

微生物菌肥对杉木第3代幼苗生长特征的影响

李天生

(福建省泰宁县林业局杉城林业站, 福建 泰宁 354400)

摘要:对杉木第3代种子园良种苗木苗期开展施内生真菌菌肥试验,采用施菌肥和无施菌肥处理研究了不同处理方式对杉木第3代良种苗木出圃前的苗高、地径、根系和生物量的影响。结果表明:经菌肥处理9个月苗龄的第3代杉木良种苗木出圃前的苗高、地径、I级侧根数目、I级侧根长度和生物量高于无施菌肥处理,且有显著差异,分别比无施菌肥处理高8.71%、12.02%、19.21%、13.32%和30.67%。

关键词:杉木;菌肥;第3代良种;苗高;地径;生物量

中图分类号:S723.1⁺31;S723.7;S791.27

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2019.02.002

杉木(*Cunninghamia lanceolata*)是我国南方人工林重要的造林树种,拥有速生、干直和耐腐蚀的特点,具有重要的经济价值和生态价值。营建高质量杉木人工林的关键在于良种壮苗^[1],传统施用化肥、有机肥的施肥方式对于提高苗木苗期的生物量^[2]、养分元素含量^[3-4]等指标有着显著帮助,如江志标等研究发现化肥、有机肥和化肥有机肥混施提高了1年生杉木实生苗的根系活力和叶绿素含量^[5],但长期施用化肥出现了肥料利用率低、污染环境等问题,因此,亟需一种既能促进苗木生长,又能与环境协调的林木肥料,用来培育高品质苗木。徐欢等^[6]研究认为,从杉木分离出的5株内生真菌经液体发酵培养后浇施到幼苗上,能够促进自身生长,尤其是CG2菌株对提高杉木幼苗地上部干物质、总干重和根冠比具有显著作用;李保会^[7]研究表明复合微生物菌肥能够促进草莓对矿质养分的吸收和提高草莓产量,微生物菌肥中富含大量有益微生物菌群,有益微生物在苗木根际中生存繁殖、侵染植株,能够改善植株根际微生态,其分泌物和代谢产物也能刺激植株生长,促进养分吸收^[8],这些研究表明,开发林木微生物菌肥同样具有良好的应用前景。现有研究表明第3代良种幼苗林期单株立木材积、胸径、树高等生长指标都优于第2代良种幼林期^[9-10],杉木第3代良种产量和良种化率也有所提高^[11],然而运用植物-内生菌的互作关系提高

第3代杉木幼苗苗圃期生长状况的研究报道较少,且液体菌剂存在着保存和运输等问题,难以大规模生产运用。

本试验利用从杉木中分离筛选出的具有较强促生作用的内生真菌CG2,对其固态发酵培养,制备杉木内生真菌菌肥。在大田条件下,探讨杉木内生真菌菌肥对杉木第3代苗木生长的影响,以期获取内生真菌菌肥的大田施用效果和第3代良种幼苗苗期各项指标的提高水平。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于福建省南平市光泽县华桥乡吴屯村苗圃,地势开阔平坦,四面通风透光,排灌方便,前茬为水稻。该地海拔350 m,东经117°08',北纬27°37',属于中亚热带季风湿润气候,年平均气温17.2℃,1月平均气温6.0℃,7月平均气温27.8℃,极端高温39.7℃,极端低温-9.5℃,年活动积温(≥10℃)5 000℃,年平均日照时数1 667.9 h,日照率38%,年降水量1 864 mm,无霜期271 d,年平均寒潮3—4次。红壤土,呈酸性,有机质38.98 g/kg,全氮1.97 g/kg,碱解氮157.70 mg/kg,全磷0.73 g/kg,有效磷33.19 mg/kg,速效钾132.95 mg/kg,土壤pH 5.5。

1.2 试验材料

供试良种:福建省光泽华桥国有林场杉木第3

收稿日期:2019-03-02;修回日期:2019-04-07

基金项目:福建省林业创新与产业化工程“杉木第四代良种创新与产业化工程”(ZYCX-LY-2017004)

作者简介:李天生(1972-),男,福建泰宁人,工程师。主要从事森林可持续经营研究。E-mail:13859161877@163.com。

代种子园良种。

菌肥制备:杉木内生真菌 CG2 菌株,由福建农林大学提供。采用马铃薯葡萄糖液体培养基培养 CG2 菌株,于 28 ℃,160 r/min 培养 48 d 制备出菌种液,采用固态发酵方法,将经过灭菌的麦麸作发酵基质,并将其作菌肥载体,将发酵基质装入 500 mL 三角瓶中发酵,初始含水量为 50%,菌种液以 20% 的接种量接入固态发酵培养基,28 ℃ 条件下培养 12 d 制成菌肥。麸皮自身不含有病原微生物,含有较高的纤维素,具有一定缓释作用,少量施入土壤,不会造成烧苗现象,将未接菌的麦麸固态发酵培养基用作对照^[12]。

1.3 试验方法

在 2016 年 3 月播种,采用常规大田播种育苗的方法培育苗木,苗木出圃量控制在 60 万株/hm² 左右。在苗圃内设置 2 个区域(100 m²),1 个区域(50 m²)以菌肥作为基肥,另 1 个区域(50 m²)以固态发酵培养基(基质)作为基肥为对照,并在 5 月初对 2 区域的杉木幼苗分别进行追施菌肥和基质,按 50 g/m² 施肥,以菌肥、基质拌土方式施肥。于 12 月底在施菌肥和施基质(未施菌肥)苗圃区域中各设置 10 个 1 m² 样地,密度为 105 株/m²。每个样地中随机挖取杉木幼苗 10 株,测定其苗高、地径、主根长、侧根数目、每根 I 级侧根长度和生物量。生物量测定方法:将幼苗分为地上(茎、叶)和地下(根)2 部分清洗干净,然后 105 ℃ 杀青 30 min,80 ℃ 烘干 48 h 至恒质量,将地上和地下部分分别称重,总生物量=地上部分干质量+地下部分干质量。利用 SPSS 21.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 施肥对杉木幼苗苗高、地径的影响

不同处理下杉木第 3 代幼苗的苗高、地径均值见表 1,施菌肥处理下杉木幼苗平均苗高、地径分别为 45.32,0.55 cm,变异系数 9.63%,18.65%。未施菌肥的苗高、地径分别为 41.69,0.49 cm,变异系数分别为 11.08%和 16.15%。T 检验结果得到,施菌肥的幼苗苗高、地径均与未施肥(对照)的存在显著差异,分别比对照高 8.71%和 12.02%,表明,施菌肥能够提高杉木幼苗苗高、地径。

2.2 施肥对杉木幼苗根系生长的影响

不同处理下幼苗根系生长状况见表 2。施菌肥处理下的杉木幼苗平均主根长、I 级侧根数量和 I 级

表 1 不同处理下杉木苗高、地径均值及与对照 T 检验

处理	性状	均值/ cm	标准差	变异 系数	比对照 高/%	显著性系数 (Sig. 值)
施菌肥	苗高	45.32	4.36	9.63	8.71	0.003
	地径	0.55	0.10	18.65	12.02	0.016
未施菌肥 (CK)	苗高	41.69	4.62	11.09		
	地径	0.491	0.08	16.15		

侧根长度分别为 27.50 cm,21.10 条和 9.30 cm,变异系数分别为 6.01%,19.21%和 13.32%。未施菌肥的苗木平均主根长、I 级侧根数量和 I 级侧根长度分别为 25.95 cm,17.7 条和 8.21 cm,变异系数分别为 14.61%,28.35%和 14.2%。与主根和 I 级侧根长度相比,单株间 I 级侧根数量的差异程度较大。T 检验结果表明,施菌肥处理下 I 级侧根数量和 I 级侧根长度与未施菌肥处理的幼苗 I 级侧根长度和 I 级侧根数量有显著差异,且施菌肥处理比未施菌肥处理高 19.21%和 13.32%,施菌肥处理的幼苗主根长与未施菌肥处理的主根长无显著差异,但同样高于未施菌肥处理。

表 2 不同处理下杉木幼苗根系生长量及与对照 T 检验

处理	性状	均值	标准差	变异 系数	比对照 高/%	显著性系数 (Sig. 值)
施菌肥	主根长/cm	27.50	3.85	14.01	6.00	0.120
	I 级侧根数/条	21.10	3.80	18.01	19.21	0.004
	I 级侧根长/cm	9.30	1.69	18.16	13.32	0.005
未施菌肥 (CK)	主根长/cm	25.95	3.79	14.61		
	I 级侧根数/条	17.70	5.02	28.35		
	I 级侧根长/cm	8.21	1.16	14.12		

2.3 施肥对杉木幼苗生物量的影响

不同处理下杉木幼苗的生物量见表 3。施菌肥处理下杉木幼苗地上部分干质量、地下部分干质量和总干质量均值分别为 8.82,2.17,10.99 g,变异系数分别是 28.32%,38.61%和 25.71%。未施菌肥处理的杉木幼苗的地上干质量、地下干质量和总干质量均值分别是 6.74,1.67,8.41 g,变异系数分别是 34.51%,35.45%和 33.19%。T 检验结果表明,施菌肥处理的幼苗地上干质量、地下干质量和总干质量均与未施肥处理存在显著差异,分别比未施菌肥处理高 30.74%,30.42%和 30.67%。施菌肥的幼苗总生物量变异系数比未施菌肥的总生物量变异系数低 7.48%,表明,施菌肥处理的杉木第 3 代良种幼苗单株间生物量的差异程度小于未施菌肥的幼苗。

表3 不同处理下杉木幼苗生物量及与对照T检验

处理	性状	均值 /g	标准差	变异 系数	比对照 高/%	显著性系数 (Sig.值)
施菌肥	地上部分干质量	8.82	2.50	28.32	30.74	0.002
	地下部分干质量	2.17	0.84	38.61	30.43	0.009
	总质量	10.99	2.83	25.71	30.69	0.001
未施菌 肥(CK)	地上部分干质量	6.74	2.33	34.51		
	地下部分干质量	1.67	0.60	35.45		
	总质量	8.41	2.79	33.19		

3 小结与讨论

杉木第3代良种幼苗在施菌肥处理下出圃前平均苗高、地径分别为45.32、0.55 cm,与未施菌肥的幼苗存在显著差异,比未施菌肥分别高9.63%和18.65%,其中施菌肥处理的苗高变异系数低于未施肥处理,说明施菌肥处理下苗高具有更高的一致性,且单株苗高的变异程度小于未施肥处理的苗木;施菌肥处理下杉木第3代良种幼苗平均主根长、I级侧根数量和I级侧根长度均高于未施肥处理的第3代杉木幼苗,施菌肥处理的杉木第3代幼苗I级侧根数量和I级侧根数目与未施菌肥处理有显著差异,分别比对照高19.21%和13.32%,而2者的主根长度未表现出显著差异水平;施菌肥处理的杉木第3代幼苗单株总生物量10.99 g,未施菌肥的幼苗总生物量仅为8.41 g,施菌肥的比未施菌肥处理的总生物量间存在显著差异,比未施菌肥的高30.68%,施菌肥处理的第3代幼苗单株间总生物量差异程度小于未施菌肥处理。因此施菌肥处理对提高第3代杉木良种幼苗苗高、地径、根系生物量、总生物量方面有着重要作用。

同样对杉木第3代良种苗期进行研究,潘隆应^[13]研究得到,光泽华侨国有林场第3代良种和官庄第3代良种育苗出圃前平均苗高、地径仅为24.31、28.1 cm和0.47、0.48 cm,苗高、地径显著低于本次研究中施菌肥处理和未施菌肥处理的杉木幼苗,这可能与苗圃管理水平和育苗技术有关。1—2年生杉木幼苗追肥比基肥更有利于其生长^[14],杉木2代3年生幼苗施肥处理下苗高、地径、根深、侧根数目均随施肥次数增多而提高,单株生物量也显著增加^[15],4年生杉木林施用复合肥和钙镁磷肥能促进杉木幼林生长,4年生杉木幼林树高较对照分别增加67.4%和73.9%,地径分别较对照增加96.8%和103.7%^[16]。与传统施肥相比,施菌肥同

样可以达到传统施肥的效果,刘丽英等对平邑甜茶幼苗开展SNB-86固体菌肥施肥研究,结果表明菌肥处理下平邑甜茶幼苗的干质量和鲜质量分别提高了142.3%和171.5%^[17],JX15菌肥处理下花生的鲜质量、株高和根系特征(根系长度、根直径、根表面积、根数)同样显著高于未施菌肥处理^[18],其原因是内生菌能够通过侵染寄主,参与寄主的C、N、P、K等元素循环,促进植株养分吸收^[19],内生菌的代谢产物中存在赤霉素(GA)、吲哚乙酸(IAA)等植物生长激素,能够刺激或诱导植株生长和发育,使得寄主生物量等各方面指标提高^[20],这与本研究结果一致。

因此,对杉木1年生杉木幼苗可以通过施菌肥、追菌肥方式来促进幼苗生长,以提高苗木出圃前的苗木质量。但要注意菌肥用量,施肥过少难以满足幼苗对养分的需求,施肥量过大,使得幼苗对养分的奢侈吸收,而浪费养分,甚至造成烧苗现象,苗木死亡。要因地制宜,在苗圃育苗时,选择合适的内生真菌菌肥,并根据苗木的生长需求,加以追肥,以提高其品质。

参考文献:

- [1] 张志才,郑宏,方扬辉. 强化措施科学培育扎实推进国家木材战略储备基地建设[J]. 福建林业, 2014(5): 8-10.
- [2] 张建国,盛炜彤,熊有强,等. 施肥对盆栽杉木苗土壤养分含量的影响[J]. 林业科学, 2006, 42(4): 44-50.
- [3] 张建国,李贻铨. 杉木幼林施肥的时效性研究[J]. 林业科学研究:林木施肥与营养专刊, 1999, 9(2): 27-33.
- [4] 张建国,盛炜彤,罗红艳,等. 杉木营养平衡与苗木干物质的分配关系[J]. 林业科学, 2003, 39(3): 37-44.
- [5] 江志标,俞勤民. 施肥对杉木实生苗某些生理特性和土壤养分的影响[J]. 浙江农林学院学报, 1999, 16(4): 365-368.
- [6] 徐欢,徐彩瑶,林勇明,等. 5株内生真菌对杉木幼苗生长的影响[J]. 热带作物学报, 2016, 37(4): 685-689.
- [7] 李保会. 复合微生物菌肥对连作草莓矿质养分吸收及产量的影响[J]. 河北农业大学学报, 2007, 30(3): 44-47.
- [8] 李卓棣. 土壤微生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 187-189.
- [9] 邹军. 杉木第2代和第3代良种幼龄期林分生长对比分析[J]. 福建林业, 2015(3): 29-31.
- [10] 李林源,连华萍,许鲁平. 杉木种子园良种与优良无性系造林试验[J]. 林业科技开发, 2015, 29(1): 30-32.
- [11] 陈远芳. 杉木第3代种子园初产期球果产量初步分析[J]. 安徽农学通报, 2013, 19(11): 83-84.
- [12] 郝玉敏,戴传超,戴志东,等. 拟茎点霉B3与有机肥配施对连作草莓生长的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(21): 6695-6704.

(下转第21页)

这可能是由于在较高的温度下(例如 10℃),虽然寄主的发育速度被抑制,但是仍然在缓慢发育,一旦转移到常温下进行接蜂实验仍能够较快地羽化为成虫。

总体来看,本试验设置的 5 个温度梯度下, -4℃ 处理黄粉甲蛹 7 d 后繁育的川硬皮肿腿蜂的寄生率、繁蜂成功率等指标最好, 10℃ 下处理 4 d 也能达到较好地出蜂效率,但是 -10℃ 增加了保存黄粉虫蛹的成本,且其出蜂效率与 -4℃ 下处理 1 d 相似。为了降低成本,高效利用寄主资源,建议在 -4℃ 下处理替代寄主是比较好的方案,但是,繁蜂效率仅相对对照而言有一定的提高,如要应用于规模生产,仍需要进一步对各项条件进行优化。此外,影响替代寄主高效繁殖川硬皮肿腿蜂的因素很多,如肿腿蜂的品种、替代寄主的大小、营养状况等,在今后的工作中仍需进一步研究。

参考文献:

- [1] 萧刚柔.天牛的两种新寄生天敌——川硬皮肿腿蜂及海南硬皮肿腿蜂(膜翅目:肿腿蜂科)[J].林业科学研究,1995(8):1-5.
- [2] 杨华.川硬皮肿腿蜂实验种群生命表及成虫贮藏条件的研究[D].雅安:四川农业大学,2008.
- [3] 杜开书,周祖基,杨伟力.硬皮肿腿蜂防治柳树星天牛试验初报[J].安徽农业科学,2006,34(13):3104-3105.
- [4] 张犀,周祖基.驯化川硬皮肿腿蜂生物防治松褐天牛[J].四川林业科技,2007,28(4):16-20.
- [5] 何振,童新旺,陈良昌,等.利用川硬皮肿腿蜂防治松墨天牛试验初报[J].湖南林业科技,2007,34(5):27-29.
- [6] 吴伟,程绍传,刘德波.松墨天牛幼虫繁育肿腿蜂适宜蜂虫比研究[J].西南林学院学报,2008,28(3):24-26,29.
- [7] 田慎鹏,徐志强.不同温度条件对利用黄粉甲繁育管氏肿腿蜂的影响[J].昆虫知识,2003(4):356-359.
- [8] 周祖基.川硬皮肿腿蜂研究概述[J].四川林业科技,1999,20(3):59-61.
- [9] 蒋学建,周祖基,杨伟.川硬皮肿腿蜂雌蜂幼虫、成虫消化系统解剖结构研究[J].广西林业科学,2005,34(1):17-20.
- [10] 曾垂惠,杨德敏,叶伟军,等.川硬皮肿腿蜂人工繁育技术研究[J].四川林业科技,1997,18(3):14-17.
- [11] 黄琼,周祖基,杨伟,等.繁育川硬皮肿腿蜂替代寄主的筛选[J].昆虫学报,2005,48(3):375-379.
- [12] 赵正萍,颜学武,周刚,等.川硬皮肿腿蜂人工繁育及应用技术研究进展[J].湖南林业科技,2018,45(2):57-62.
- [13] 杨德敏,曾垂惠,周祖基,等.川硬皮肿腿蜂中间寄主的人工繁育技术研究[J].森林病虫通讯,1998(2):13-14,20.
- [14] 张犀.针对松褐天牛防治对川硬皮肿腿蜂学习行为及定向培育研究[D].雅安:四川农业大学,2010.
- [15] 李正茂,颜学武,潘志华.黄粉甲饲养方式对川硬皮肿腿蜂人工繁育的影响[J].湖南林业科技,2010,37(4):9-10,14.
- [16] 胡霞,周祖基,尹鹏.不同寄主繁殖川硬皮肿腿蜂的寄生能力比较[J].福建林业科技,2013,40(1):22-25.
- [17] 陈桂芳,马超,杨清钰.川硬皮肿腿蜂人工繁殖技术规范[J].农业与技术,2015,35(19):111-113.
- [18] 胡尊瑞,吴晓云,迟全元,等.低温处理黄粉虫蛹对管氏肿腿蜂寄生效能的影响[J].环境昆虫学报,2017,39(1):187-192.
- [19] 贺凯,徐志强,代平礼.管氏肿腿蜂对黄粉甲的寄生行为[J].昆虫学报,2006,49(3):454-460.
- [20] 陈倩,梁洪柱,高灵旺,等.黄粉甲蛹低温贮存时间对管氏硬皮肿腿蜂母体和子代寄生与繁育的影响[J].林业科学,2008,44(5):65-69.
- [21] 陈倩,梁洪柱,张秋双.低温贮存黄粉虫蛹对管氏硬皮肿腿蜂繁育的影响[J].中国生物防治,2006(1):30-32.
- [22] 姚万军,杨忠岐.人工繁殖管氏肿腿蜂的替代寄主研究[J].中国生物防治,2008(3):220-226.
- [23] 杨希,黄金水,洪宜聪,等.黄粉虫蛹不同处理对人工繁育管氏肿腿蜂的影响[J].江苏林业科技,2017,44(1):13-15,21.
- [24] 胡镇杰,杨海博,林晓民,等.低温处理替代寄主对管氏肿腿蜂繁殖的影响[J].中国生物防治学报,2017,33(2):165-170.
- [13] 潘隆应.不同杉木优良品种苗期生长对比试验[J].安徽农学通报,2011,17(18):70-72.
- [14] 林文龙.不同施肥方式对杉木幼林生长的影响[J].农村经济与科技,2016,27(7):76-78.
- [15] 郑宝定.不同施肥处理对杉木二代生长特征的影响[J].山东林业科技,2012,42(6):43-45.
- [16] 周佃.施肥对杉木幼林生长效应影响的研究[J].青海农林科技,2007,(1):17-18,22.
- [17] 刘丽英,刘珂欣,迟晓丽,等.枯草芽孢杆菌 SNB-86 菌肥对连作平邑甜茶幼苗生长及土壤环境的影响[J].园艺学报,2018,45(10):2008-2018.
- [18] 徐文思,姜瑛,李引,等.一株植物促生菌的筛选、鉴定及其对花生的促生效应研究[J].土壤,2014,46(1):119-125.
- [19] SESSITSCH A, HARDOIM P, DÖRING J, et al. Functional characteristics of an endophyte community colonizing rice roots as revealed by metagenomic analysis[J]. Molecular Plant-Microbe Interactions, 2012, 25(1):28-36.
- [20] KHAN A L, AL-HARRASI A, AL-RAWAHI A, et al. Endophytic fungi from frankincense tree improves host growth and produces extracellular enzymes and indole acetic acid[J]. PLoS One, 2016, 11(6):e0158207.

(上接第9页)